

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: K. Nagao : Art Unit:
Serial No.: To Be Assigned : Examiner:
Filed: Herewith :
FOR: PATTERN RECOGNITION :
METHOD, PATTERN CHECK
METHOD AND PATTERN
RECOGNITION APPARATUS
AS WELL AS PATERN CHECK
APPARATUS USING THE
SAME METHODS

#5
J1040 U.S. PTO
09/874199
06/05/01

CLAIM TO RIGHT OF PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents

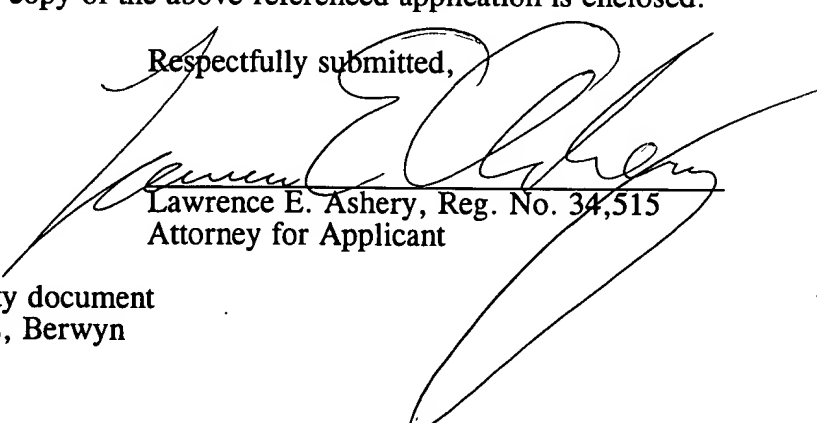
Washington, D.C. 20231

S I R :

Pursuant to 35 U.S.C. 119, Applicant's claim to the benefit of filing of prior Japanese Patent Application No. 2000-168560, filed June 6, 2000, is hereby confirmed.

A certified copy of the above-referenced application is enclosed.

Respectfully submitted,


Lawrence E. Ashery, Reg. No. 34,515
Attorney for Applicant

Encl.: (1) certified priority document
Suite 301, One Westlakes, Berwyn
P.O. Box 980
Valley Forge, PA 19482
(610) 407-0700

The Assistant Commissioner for Patents is hereby authorized to charge payment to Deposit Account No. 18-0350 of any fees associated with this communication.

EXPRESS MAIL Mailing Label Number: EL 854574619 US

Date of Deposit: June 5, 2001

I hereby certify that this paper and fee are being deposited, under 37 C.F.R. § 1.10 and with sufficient postage, using the "Express Mail Post Office to Addressee" service of the United States Postal Service on the date indicated above and that the deposit is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.


Kathleen Libby

MAT-8141US

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

11040 U.S. PTO
09/874199
06/05/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月 6日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-168560

出 願 人

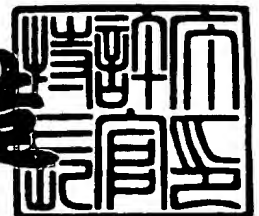
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2001年 3月16日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3019145

【書類名】 特許願

【整理番号】 2931020021

【提出日】 平成12年 6月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 7/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技
研株式会社内

 【氏名】 長尾 健司

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103355

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

 【識別番号】 100109667

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 011305

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン認識方法及びパターン認識装置、並びにパターン照合方法及びパターン照合装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一実体（クラスに対応）から条件 C A、C B のもと獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット（A 1、B 1）に対して、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット A 1、セット B 1 のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット A 1 の特徴抽出行列 A F、及びセット B 1 の特徴抽出行列 B F を求め、教示用パターンセット B 1 のそれぞれのクラス i の代表パターン B 1 i に対して、前記特徴抽出行列 B F を用いて特徴量 f_{B1i} を計算し、これら特徴量 f_{B1i} の集合 $\{f_{B1i}\}$ と前記特徴抽出行列 A F と B F を予め参照データベースに保存し、入力されたパターン A 2 j に対して前記特徴抽出行列 A F を適用して抽出した特徴量 f_{A2j} と、前記参照データベース B F 1 に保存された特徴量の中で最も類似した要素を決定することを特徴とするパターン認識方法。

【請求項 2】 特徴抽出行列 A F 及び B F は、条件 C A、C B のもとで獲得されたパターンの集合である教示用パターンセット A 1 及びセット B 1 のパターンセットから、それぞれパターンセット内のクラス間分散 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、また、パターンセット A 1 内のクラス内分散 C_{a-w} を推定するステップと、パターンセット A 1 と B 1 のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらの A 1、B 1 にまたがったクラス内分散 C_{ab-w} 、クラス間分散 C_{ab-b} を計算するステップと、前記 5 つの統計量 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、 C_{a-w} 、 C_{ab-w} 、 C_{ab-b} のうち、 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、 C_{ab-b} を最大化し、 C_{a-w} 、 C_{ab-w} を最小化するような特徴抽出関数を計算するステップから計算することを特徴とする請求項 1 記載のパターン認識方法。

【請求項 3】 同一実体（クラスに対応）から条件 C A、C B のもと獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット（A 1、B 1）に対して、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異

なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット A 1、セット B 1 のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット A 1 の特徴抽出行列 A F、及びセット B 1 の特徴抽出行列 B F を求め、2 つの条件 C A、C B で獲得した入力パターン a、b から前記特徴抽出行列 A F、B F を用いてそれぞれ特徴量 f_a 、 f_b を計算し、特徴量 f_a と f_b の類似度から 2 つのパターン a とパターン b が同一のものであるかどうかを判定することを特徴とするパターン照合方法。

【請求項 4】 特徴抽出行列 A F 及び B F は、条件 C A、C B のもとで獲得されたパターンの集合である教示用パターンセット A 1 と B 1 から、それぞれパターンセット A 1、B 1 内のクラス間分散 C_{a-b} 、 C_{b-b} また、クラス内分散 C_{a-w} 、 C_{b-w} を推定するステップと、パターンセット A 1 と B 1 のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらの A 1、B 1 にまたがったクラス内分散 C_{ab-w} 、クラス間分散 C_{ab-b} を計算するステップと、前記 6 つの統計量 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、 C_{a-w} 、 C_{b-w} 、 C_{ab-w} 、 C_{ab-b} のうち、 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、 C_{ab-b} を最大化し、 C_{a-w} 、 C_{b-w} 、 C_{ab-w} を最小化するような特徴抽出関数を計算するステップから計算することを特徴とする請求項 3 記載のパターン照合方法。

【請求項 5】 同一の実体（一つのクラス）から条件 C A、C B のもと、パターンのペアの集合である教示用パターンセット（A 1、B 1）を獲得するパターン入力手段と、2 つのパターンセットに対して、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット A 1、セット B 1 のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット A 1 の特徴抽出行列 A F、及びセット B 1 の特徴抽出行列 B F を求める特徴抽出行列生成手段と、教示用パターンセット B 1 のそれぞれのクラス i の代表パターン B_{1i} に対して、前記特徴抽出行列 B F を用いて特徴量 $f_{B_{1i}}$ を計算し、これら特徴量 $f_{B_{1i}}$ の集合 $\{f_{B_{1i}}\}$ と前記特徴抽出行列 B F とを予め参照データベース F B 1 に保存し、入力されたパターン A $2j$ に対して前記特徴抽出行列 A F を適用して抽出した特徴量 $f_{A_{2j}}$ と最も類

似した要素を前記参照データベースBF1の中から選ぶ最適マッチ決定手段とを具備することを特徴とするパターン認識装置。

【請求項6】 特徴抽出行列生成手段は、条件CA、CBのもと獲得された教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれパターンセットA1、B1内のクラス間分散 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、また、セットA1のクラス内分散 $Ca-w$ を推定する手段と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内分散 $Cab-w$ 、クラス間分散 $Cab-b$ を計算する手段を有し、前記5つの統計量 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、 $Ca-w$ 、 $Cab-w$ 、 $Cab-b$ のうち、 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、 $Cab-b$ を最大化し、 $Ca-w$ 、 $Cab-w$ を最小化するような特徴抽出関数を計算する手段を有することを特徴とする請求項5記載のパターン認識装置。

【請求項7】 同一の実体（一つのクラス）から条件CA、CBのもと、パターンのペアの集合である教示用パターンセット（A1、B1）を獲得するパターン入力手段と、2つのパターンセットに対して、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセットA1、セットB1のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求める特徴抽出行列生成手段と、パターン入力手段から入力された入力パターンa、bから前記特徴抽出行列AF及びBFを用いてそれぞれ特徴量 f_a 、 f_b を計算する特徴抽出手段と、特徴量 f_a と f_b の類似度から2つのパターンaとパターンbが同一のものであるかどうかを判定する同一性判定手段とを具備することを特徴とするパターン照合装置。

【請求項8】 特徴抽出行列生成手段は、条件CA、CBのもとパターンの集合である教示用パターンセットA1とB1を獲得し、教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれパターンセットA1、B1内のクラス間分散 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、また、クラス内分散 $Ca-w$ 、 $Cb-w$ を推定する手段と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内分散 $Cab-w$ 、クラス間分散 $Cab-b$ を計算する

手段を有し、前記 6 つの統計量 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、 $Ca-w$ 、 $Cb-w$ 、 $Cab-w$ 、 $Cab-b$ のうち、 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、 $Cab-b$ を最大化し、 $Ca-w$ 、 $Cb-w$ 、 $Cab-w$ を最小化するような特徴抽出関数を計算する手段を有することを特徴とする請求項 7 記載のパターン照合装置。

【請求項 9】 コンピュータによりパターン認識を行うプログラムを記録した記録媒体であって、同一の実体（一つのクラス）から、条件 CA 、 CB のもと獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット（ $A1$ 、 $B1$ ）に対して、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット $A1$ 、セット $B1$ のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット $A1$ の特徴抽出行列 AF 、及びセット $B1$ の特徴抽出行列 BF を求め、教示用パターンセット $B1$ のそれぞれのクラス i の代表パターン $B1i$ に対して、前記特徴抽出行列 BF を用いて特徴量 $fB1i$ を計算し、これら特徴量 $fB1i$ の集合 $\{fB1i\}$ と前記特徴抽出行列 AF と BF を予め参照データベースに保存し、入力されたパターン $A2j$ に対して前記特徴抽出行列 AF を適用して抽出した特徴量 $fA2j$ と、前記参照データベース $FB1$ に保存された特徴量の中で最も類似した要素を決定するパターン認識プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 10】 コンピュータによりパターン照合を行うプログラムを記録した記録媒体であって、一つのクラス（同一の実体）から条件 CA 、 CB のもと獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット（ $A1$ 、 $B1$ ）から、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット $A1$ 、セット $B1$ のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット $A1$ の特徴抽出行列 AF 、及びセット $B1$ の特徴抽出行列 BF を求め、2つのプロセスで獲得した入力パターン a 、 b から前記特徴抽出行列 AF 、 BF を用いてそれぞれ特徴量 fa 、 fb を計算し、特徴量 fa と fb の類似度から2つのパターン a とパターン b が同一のものであるかどうかを判定するパターン照合プログラムを記録した記

録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像や音声等の認識を行うパターン認識方法及びパターン認識装置、並びにパターン照合方法及びパターン照合装置に関する。

【0002】

【従来技術】

パターン認識とは、カメラやイメージスキャナ、マイクなどのセンシングデバイスを介してコンピュータに取り込まれた、実体の表現、例えば、実体として人物の顔や、文字人の声などを想定すれば、顔の画像や、音声のシグナルを、その実体などとの対応を基本に分類したりすることである。従って、(1) 同一の実体に由来しながらも、センシング時の状況などに依存して、見かけ上、異なった様相の散らばりを呈すること、即ち、クラス内の分散と(2) 実体の相違ゆえに、パターンに現れる相違、即ち、クラス間の分散の、2つの変動要因を扱う技術であると言える。従来、パターン認識の技術分野において、評価の高い方法は、まず、パターン全体の集合に対応した一つの標本空間を仮定し、その上で、クラス内の分散を最小化し、クラス間の分散を最大化するような一貫した関数を個々の入力データに対して適用することで、特徴抽出を実行するという基本的なモデルに基づくものであった。例えば、Fisher の判別分析法(Fukunaga: Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1972)、はその代表例として極めてよく知られており、実際、文字認識や音声認識、顔画像認識などの分野ではしばしば利用されてきた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来法における仮定、即ち、パターン全体が大域的な一つの分布から引かれているとするモデルは、しばしば、現実の問題から見ると無理のある設定となっている。例えば、身分証の顔写真と、ビデオカメラで直接取り込んだ顔画像の照合を実行するシステムを考察すると、一方は、対象を直接撮影したのに対

して、他方は、印刷物などから間接的に取り込まれた画像であり、これらを比べて同一性を判定する必要があるわけである。しかしながら、全く異なったプロセスから生成された全ての画像の集合を一つの分布に由来すると仮定するには、画像の変貌があまりに大きく、実際、身分証写真と本人の照合は、我々人間にとってもしばしば困難な作業となる。従って、従来のモデルにおける、パターン全体を一つの分布で記述し、分類すべき入力データに対して一貫して共通の特徴抽出関数を適用するというアプローチには限界があるという課題を有していた。

【0004】

本発明は、2つにまたがるクラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、最適な特徴抽出を実行するため、従来法に比べ格段に高精度なパターン認識及びパターン照合を行うことを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明では、2つの条件CA、CBのもとで獲得されたパターンセットA1、B1に対して、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセットA1、セットB1のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求める特徴抽出行列生成手段を有するものである。

【0006】

これにより、従来法に比べ格段に高精度なパターン認識／照合装置が実現できる。

【0007】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項1に記載の発明は、同一の実体（一つのクラス）から2つのセンシングプロセスCA、CBを通して獲得されたパターンのペアの集合（パターンのペアは1対1である必要はない、単に、同一の実体に由来するという対応がついていればよい）である教示用パターンセット（A1、B1）に対して、それ

ぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット A 1、セット B 1 のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット A 1 の特徴抽出行列 A F、及びセット B 1 の特徴抽出行列 B F を求め、教示用パターンセット B 1 のそれぞれのクラス i の代表パターン B 1 i に対して、前記特徴抽出行列 B F を用いて特徴量 f_{B1i} を計算し、これら特徴量 f_{B1i} の集合 $\{f_{B1i}\}$ と前記特徴抽出行列 A F と B F を予め参照データベースに保存し、入力されたパターン A 2 j に対して前記特徴抽出行列 A F を適用して抽出した特徴量 f_{A2j} と、前記参照データベース F B 1 に保存された特徴量の中で最も類似した要素を決定するようにしたもので、比較する 2 つのデータセット A 1、B 1 の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 記載のパターン認識方法において、特徴抽出行列 A F 及び B F は、2 つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセット A 1 と B 1 を獲得し、教示用パターンセット A 1 及びセット B 1 のパターンセットから、それぞれパターンセット内のクラス間分散 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、また、パターンセット A 1 内のクラス内分散 C_{a-w} を推定するステップと、パターンセット A 1 と B 1 のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらの A 1、B 1 にまたがったクラス内分散 C_{ab-w} 、クラス間分散 C_{ab-b} を計算するステップと、前記 5 つの統計量 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、 C_{a-w} 、 C_{ab-w} 、 C_{ab-b} のうち、 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、 C_{ab-b} を最大化し、 C_{a-w} 、 C_{ab-w} を最小化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 に記載の発明は、一つのクラス（同一の実体）から 2 つの条件 C A、C B のもと獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット（A

1、B 1) に対して、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット A 1、セット B 1 のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット A 1 の特徴抽出行列 A F、及びセット B 1 の特徴抽出行列 B F を求め、2 つの条件下で獲得した入力パターン a、b から前記特徴抽出行列 A F、B F を用いてそれぞれ特徴量 f_a 、 f_b を計算し、特徴量 f_a と f_b の類似度から 2 つのパターン a とパターン b が同一のものであるかどうかを判定するようにしたもので、比較する 2 つのデータセット A 1、B 1 の分布に応じて、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン照合を可能にするという作用を有する。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 記載のパターン照合方法において、特徴抽出行列 A F 及び B F は、条件 C A、C B のもとで獲得したパターンの集合である教示用パターンセット A 1 と B 1 を獲得し、教示用パターンセット A 1 及びセット B 1 のパターンセットから、それぞれパターンセット A 1、B 1 内のクラス間分散 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、また、クラス内分散 $Ca-w$ 、 $Cb-w$ を推定するステップと、パターンセット A 1 と B 1 のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらの A 1、B 1 にまたがったクラス内分散 $Cab-w$ 、クラス間分散 $Cab-b$ を計算するステップと、前記 6 つの統計量 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、 $Ca-w$ 、 $Cb-w$ 、 $Cab-w$ 、 $Cab-b$ のうち、 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、 $Cab-b$ を最大化し、 $Ca-w$ 、 $Cb-w$ 、 $Cab-w$ を最小化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【 0 0 1 1 】

請求項 5 に記載の発明は、同一の実体（一つのクラス）から 2 つの条件 C A、C B でパターンのペアの集合である教示用パターンセット（A 1、B 1）を獲得するパターン入力手段と、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の

散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット A 1、セット B 1 のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット A 1 の特徴抽出行列 A F、及びセット B 1 の特徴抽出行列 B F を求める特徴抽出行列生成手段と、教示用パターンセット B 1 のそれぞれのクラス i の代表パターン B 1 i に対して、前記特徴抽出行列 B F を用いて特徴量 f_{B1i} を計算し、これら特徴量 f_{B1i} の集合 $\{f_{B1i}\}$ と前記特徴抽出行列 B F とを予め参照データベース F B 1 に保存し、入力されたパターン A 2 j に対して前記特徴抽出行列 A F を適用して抽出した特徴量 f_{A2j} と最も類似した要素を前記参照データベース F B 1の中から選ぶ最適マッチ決定手段とを具備するもので、比較する 2 つのデータセット A 1、B 1 の分布に応じて、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【 0 0 1 2 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 記載のパターン認識装置において、特徴抽出行列 A F 及び B F は、2 つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセット A 1 と B 1 を獲得し、教示用パターンセット A 1 及びセット B 1 のパターンセットから、それぞれパターンセット A 1、B 1 内のクラス間分散 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、また、クラス内分散 C_{a-w} を推定するステップと、パターンセット A 1 と B 1 のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらの A 1、B 1 にまたがったクラス内分散 C_{ab-w} 、クラス間分散 C_{ab-b} を計算するステップと、前記 5 つの統計量 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、 C_{a-w} 、 C_{b-w} 、 C_{ab-w} 、 C_{ab-b} のうち、 C_{a-b} 、 C_{b-b} 、 C_{ab-b} を最大化し、 C_{a-w} 、 C_{b-w} 、 C_{ab-w} を最小化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識がを可能にするという作用を有する。

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の発明は、同一の実体（一つのクラス）から 2 つの条件でパターンのペアの集合である教示用パターンセット（A 1、B 1）を獲得するパターン入力手段と、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット A 1、セット B 1 のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット A

1 の特徴抽出行列 A_F 、及びセット B 1 の特徴抽出行列 B_F を求める特徴抽出行列生成手段と、パターン入力手段から入力された入力パターン a 、 b から前記特徴抽出行列 A_F 及び B_F を用いてそれぞれ特徴量 f_a 、 f_b を計算する特徴抽出手段と、特徴量 f_a と f_b の類似度から 2 つのパターン a とパターン b が同一のものであるかどうかを判定する同一性判定手段を具備するもので、比較する 2 つのデータセット A 1、B 1 の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン照合を可能にするという作用を有する。

【0014】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 記載のパターン照合装置において、特徴抽出行列 A_F 及び B_F は、2 つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセット A 1 と B 1 を獲得し、教示用パターンセット A 1 及びセット B 1 のパターンセットから、それぞれパターンセット A 1、B 1 内のクラス間分散 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、また、クラス内分散 $Ca-w$ 、 $Cb-w$ を推定するステップと、パターンセット A 1 と B 1 のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらの A 1、B 1 にまたがったクラス内分散 $Cab-w$ 、クラス間分散 $Cab-b$ を計算するステップと、前記 6 つの統計量 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、 $Ca-w$ 、 $Cb-w$ 、 $Cab-w$ 、 $Cab-b$ のうち、 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ 、 $Cab-b$ を最大化し、 $Ca-w$ 、 $Cb-w$ 、 $Cab-w$ を最小化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン照合を可能にするという作用を有する。

【0015】

請求項 9 に記載の発明は、コンピュータに記録媒体から読み込まれたプログラムによって動作するもので、コンピュータによりパターン認識を行うプログラムを記録した記録媒体であって、同一の実体（一つのクラス）から 2 つのセンシングプロセスを通してパターンのペアの集合である教示用パターンセット（A 1、B 1）を獲得するパターン入力手段と、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット A 1、セット B 1 のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散

を最小化するセット A 1 の特徴抽出行列 A F、及びセット B 1 の特徴抽出行列 B F を求める特徴抽出行列生成手段と、教示用パターンセット B 1 のそれぞれのクラス i の代表パターン B 1 i に対して、前記特徴抽出行列 B F を用いて特徴量 $f_{B 1 i}$ を計算し、これら特徴量 $f_{B 1 i}$ の集合 $\{f_{B 1 i}\}$ と前記特徴抽出行列 B F とを予め参照データベース F B 1 に保存し、入力されたパターン A 2 j に対して前記特徴抽出行列 A F を適用して抽出した特徴量 $f_{A 2 j}$ と最も類似した要素を前記参照データベース F B 1 の中から選ぶ最適マッチ決定手段とを具備するもので、比較する 2 つのデータセット A 1、B 1 の分布に応じて、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【 0 0 1 6 】

請求項 1 0 に記載の発明は、コンピュータに記録媒体から読み込まれたプログラムによって動作するもので、コンピュータによりパターン照合を行うプログラムを記録した記録媒体であって、同一の実体（一つのクラス）から 2 つのセンシングプロセスを通してパターンのペアの集合である教示用パターンセット（A 1、B 1）を獲得するパターン入力手段と、それぞれのパターンセット内部にとどまらず、パターンセット間にまたがり、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセット A 1、セット B 1 のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセット A 1 の特徴抽出行列 A F、及びセット B 1 の特徴抽出行列 B F を求める特徴抽出行列生成手段と、パターン入力手段から入力された入力パターン a、b から前記特徴抽出行列 A F 及び B F を用いてそれぞれ特徴量 f_a 、 f_b を計算する特徴抽出手段と、特徴量 f_a と f_b の類似度から 2 つのパターン a とパターン b が同一のものであるかどうかを判定する同一性判定手段を具備するもので、比較する 2 つのデータセット A 1、B 1 の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン照合を可能にするという作用を有する。

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0018】

(実施の形態1)

図1に、本発明の実施の形態1におけるパターン認識装置を身分証照合に適用した顔画像認識装置のブロック構成図を示し説明する。

【0019】

図1は、顔画像認識装置をコンピュータシステムで実現したものである。図1において、1は人物の顔画像（パターンセットA）を直接撮影するためのビデオカメラ、2は身分証の顔写真（パターンセットB）から顔画像を取り込むためのイメージスキャナ、3、4はビデオカメラ1およびイメージスキャナ2からの画像信号を記憶する画像メモリA、B、5はプログラムの格納やワーク用のメモリ、6はCPU、7、8はそれぞれA、Bの画像パターンや、特徴抽出の実行によって計算された特徴パターンを記憶するパターンメモリA、B、9はシステムコンソールとしてのキーボード&ディスプレイ、10は画像パターン情報など大規模なデータを保存するための2次記憶装置（光磁気ディスクなど）、11は参照画像データベース、12～16は外部機器とのデータのやり取りを行うインターフェース（I/F）、17はシステムバス、18は認識結果を出力する出力端子、19、20はそれぞれパターンA、パターンBのための特徴抽出行列AF、BFを格納する特徴抽出行列メモリ、21はコンピュータシステムで構成されている。

【0020】

顔画像認識装置は、予め多くの人の身分証がイメージスキャナ等により顔画像をデータベースに登録しておき、ビデオカメラで撮像した顔画像の人物の該当者がデータベースの中にいるか、あるいは登録された身分証のどれに一番類似しているかを認識するものである。その処理は、ビデオ画像用の特徴抽出行列AFの計算と身分証画像用の特徴抽出行列BFの計算、さらに、参照画像データベースFB1の構築を行うオフライン処理と、入力された顔画像が参照画像データベースFB1に登録済みの人物かどうかの判定と、登録済みであればその最も類似したものをデータベースのエントリから選ぶオンライン処理とに大別される。

【 0 0 2 1 】

まず、最初にオフライン処理について、図 2 のオフライン処理動作フローを用いて説明する。オフライン処理の目的は、画像メモリに一旦蓄えられた教示画像から特徴抽出行列 $A F$ 、 $B F$ を計算し、さらに、パターンセット、即ち、身分証画像から特徴ベクトルを抽出しておくことにある。まず、ビデオカメラからの顔画像はセット $A 1$ （ビデオ顔画像）と、イメージスキャナからの身分証の顔画像はセット $B 1$ （身分証写真）として、例えば顔画像データは 1 次元のデータ列としたパターン A とパターン B に変換してパターンメモリ A とパターンメモリ B に保持する（ $S 1 1$ ）。この場合、一般的には、ビデオカメラからは、各人について複数枚の顔画像が、また、身分証画像からは各人 1 枚の顔画像がえられる。

【 0 0 2 2 】

特徴抽出行列 $A F$ 及び $B F$ は、以下のステップ 1 2（ $S 1 2$ ）～ステップ 1 4（ $S 1 4$ ）の手順で計算される。まず、パターンセット $A 1$ のクラス内分散行列 $C a-w$ 、クラス間分散 $C a-b$ が、それぞれ（数 1）（数 2）に従って計算され、並行して、パターンセット $B 1$ のクラス間分散行列 $C b-b$ が、（数 3）に従って計算される（ $S 1 2$ ）。

【 0 0 2 3 】

【数 1】

$$C a-w = E(i) \{ E(j) \{ (X_{ij}^a - M_i^a) (X_{ij}^a - M_i^a)^T \} \}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{ここで、} X_{ij}^a \text{ は、パターンセット A のクラス } i \text{ (} i \text{ 番目の人) の } j \text{ 番目の画像。} \\ M_i^a \text{ は、パターンセット A のクラス } i \text{ の平均画像。} \\ E(i) \{ \cdot \} \text{ は、} \{ i \} \text{ についての } \{ \cdot \} \text{ 内の平均をとる演算子。} \\ {}^T \text{ は行列やベクトルの転置を示す。} \end{array} \right.$

【 0 0 2 4 】

【数 2】

$$C_{a-b} = E(i) \{ (M_i^a - \bar{M}^a) (M_i^a - \bar{M}^a)^T \}$$

{ここで、 \bar{M}^a は、パターンセットA全体の平均画像を示す。}

【0 0 2 5】

【数 3】

$$C_{b-b} = E(i) \{ (M_i^b - \bar{M}^b) (M_i^b - \bar{M}^b)^T \}$$

{ここで、 \bar{M}^b は、パターンセットB全体の平均画像を示す。}

【0 0 2 6】

続いて、(数4)に従って計算されるパターンセットAとパターンセットBの相互相関行列 C_{a-b-r} が計算される (S 1 3)。

【0 0 2 7】

【数 4】

$$C_{a-b-r} = E(i) \{ (M_i^a) (M_i^b)^T \}$$

【0 0 2 8】

次に、(数5) (数6)に従って、パターンセットA1、B1のそれぞれに対して、特徴抽出行列AF、BFを計算する (S 1 4)。

【0 0 2 9】

【数 5】

$$AF = (P_{lw})^T C_{a-w} (-1/2)$$

{ここで、 P_{lw} は行列 $(C_{a-w} (-1/2)) C_{a-b} (C_{a-w} (-1/2))$ m個の最大固有値に対応する固有ベクトルの行列。このとき、行列Kに対して、 $K (-1/2)$ は、Kの準正定対称な平方根行列を示す。}

【0 0 3 0】

【数 6】

$$BF = Q P2b^T Cb-b^T (-1/2)$$

ここで、行列 $P2b$ は、行列 $C0 = Ca-b^T (-1/2) Cab-r Ca-b^T (-1/2)$ の特異値分解の結果得られる直交行列で、 $C0(P2b) = (P1b)D$ をみたす。ここで、 D は対角行列、 $P1b$ は直交行列。また、行列 $Q = (P1w)^T (Ca-w)^T (-1/2) R^*$ 、 R^* は、行列 $R = (P2b)^T (Ca-b)^T (-1/2)$ の擬似逆行列。

【0 0 3 1】

この特徴抽出関数の妥当性は、以下のように説明される。

まず、 $Cab-r$ は、(数 7) に示される、パターンセット A とパターンセット B にまたがるクラス内分散行列 $Cab-w$ と (数 8) に示される関係があるため、 $Cab-w$ の最小化は、 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ の最小化、及び $Cab-r$ の最大化と等価である。

【0 0 3 2】

【数 7】

$$Cab-w = E(i) \{ (Mi^a - Mi^b) (Mi^a - Mi^b)^T \}$$

【0 0 3 3】

【数 8】

$$Cab-w = Ca-b + Cb-b - 2 Cab-r$$

【0 0 3 4】

ここで (数 9) に示されるような評価基準 S は、パターンセット A 1、パターンセット B 1 のそれぞれの内部で、また、2 つのパターンセットにまたがって、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するときのみ最大化される。

【0 0 3 5】

【数 9】

$$S = \text{tr}[Ca-w^T (-1) Ca-b] - 2 \text{tr}[(Ca-b + Cb-b)^T (-1) Cab-w]$$

【0 0 3 6】

また、評価基準 S を最大化するような特徴抽出関数 $f_a = AF(X^T a)$ 、 $f_b = BF(X^T b)$ は、(数 1 0) を最大化する AF 、 BF に一致する。

【0 0 3 7】

【数 1 0】

$$S = \text{tr}[Ca - w^T(-1) Ca - b] + 2 \text{tr}[(Ca - b + Cb - b)^T(-1) Cab - r] - I$$

{ここで、 I は単位行列。}

【0 0 3 8】

この(数 1 0) を最大化する準最適な特徴抽出行列の一つが、(数 5) (数 6) で示される AF 、 BF である。

【0 0 3 9】

続いて、参照画像データベース $FB1$ 構築のために、教示画像入力の場合と同様に身分証顔画像をイメージスキャナから取り込み(データベース $B1$)、そのおのおののクラスの代表パターン $B1i$ を(数 1 0) に従って計算し、それに対して特徴抽出行列 BF を用いて(数 1 1) に従って特徴ベクトル $fB1i$ を計算し、参照画像データベース $FB1$ に登録する($S15$)。

【0 0 4 0】

【数 1 1】

$$fB1i = BF(B1i)$$

【0 0 4 1】

以上がオフラインで実行されるプロセスである。

【0 0 4 2】

次に、オンライン処理について、オンライン処理の動作フローを図 3 に示し説明する。オンライン処理の目的は、入力された顔画像が参照画像データベース $FB1$ に登録済みの人物かどうかの判定と、登録済みであればその最も類似したものをデータベースのエントリから選ぶことである。

【 0 0 4 3 】

ビデオカメラ 1 から直接取り込まれた顔画像は、画像メモリ A 7 に記憶され、入力されたパターン a をパターン A 2 j に変換してパターンメモリ A に転送する (S 3 0) 。パターンメモリ A に保持されたパターン A 2 j に対して、オフライン時に求めた特徴抽出行列メモリ 1 9 からの特徴抽出行列 A F が適用され、(数 1 2) に従って特徴ベクトル f A 2 j が計算される (S 3 1) 。

【 0 0 4 4 】

【 数 1 2 】

$$fA2j = AF(A2j)$$

【 0 0 4 5 】

次に、最適マッチ処理で、参照データベース F B 1 のエントリのインデックス i を変化させ、特徴ベクトル f A 2 j に類似した特徴ベクトルを参照画像データベースから選びだし (S 3 2) 、これら (1 つ以上) を認識結果として、出力端子 1 8 に出力するものである (S 3 3) 。

【 0 0 4 6 】

なお、参照画像データベースは、身分証からイメージスキャナによりその顔画像をデータベース化したか、ビデオカメラから顔画像を入力しデータベースを構築しても構わない。また、パターン入力手段として、イメージスキャンとビデオカメラを用いたが、どちらか 1 方であっても良く、他の入力手段であっても構わない。

【 0 0 4 7 】

また、顔画像データ、パターンセット A、B 及び参照画像データベース F B 1 をオフラインで作成したが、二次記憶装置 1 0 から入力することも可能である。さらに、オフラインで獲得、作成した、顔画像データ、パターンセット A、B 及び参照画像データベース F B 1 を二次記憶装置 1 0 に格納することも可能である。

【 0 0 4 8 】

なお、本実施の形態では、顔画像認識装置を例にして説明したが、顔以外に車

、組み立て部品等の画像データ、あるいは音声データ、文字データ等、パターンデータ化することによりパターン認識装置として幅広く応用が可能である。

【 0 0 4 9 】

(実施の形態 2)

本発明の実施の形態 2 のパターン照合装置を身分証照合に適用した顔画像照合装置のブロック構成図を示し説明する。顔画像照合装置のブロック構成図は、実施の形態 1 の顔画像認識装置と同じ、コンピュータシステムを用いて実現したもので、ブロック構成図の説明は省略する。

【 0 0 5 0 】

顔画像照合装置は、身分証の顔画像とビデオカメラの顔画像が同一のものかどうかを判定するもので、その処理は予め多くの人の身分証がイメージスキャナ等により顔画像と、ビデオカメラで撮像した顔画像とを獲得し、特徴抽出行列 A F、B F の計算を行うオフライン処理と、イメージスキャナから入力された顔画像 (パターン A) とビデオカメラから入力した顔画像 (パターン B) から特徴抽出行列を用いて特徴量を計算し、特徴量同士の類似度から同一かどうかを判定するオンライン処理とに大別される。

【 0 0 5 1 】

最初にオフライン処理について、図 4 のオフライン処理動作フローを用いて説明する。オフライン処理の目的は、特徴抽出行列 A F、B F の計算にある。

【 0 0 5 2 】

まず、ビデオカメラ 1 から得られた人物顔の画像信号が I / F 1 2 を介してデジタル変換された画像メモリ A 3 に蓄積される。並行して、当人の身分証顔写真からイメージスキャナ 2 によって身分証の顔画像が獲得され I / F 1 3 を介して画像メモリ B 4 に蓄積される (S 1 0)。この過程は、特徴抽出行列 F の学習に必要な十分な教示画像の数が得られるまで (例えば 1 5 0 0 0 人分程度) 収集される。

【 0 0 5 3 】

画像メモリに一旦蓄えられた教示画像は、ビデオカメラからの多数の顔画像はセット A 1 (顔画像) として、イメージスキャナからの多数の身分証の顔画像は

セット B 1 (身分証写真)として、例えば 1 次元のデータ列としてパターン A とパターン B に変換してパターンメモリ A とパターンメモリ B に保持する (S 1 1) 。 特徴抽出行列 A F 及び B F は、以下のステップ 1 2 (S 1 2) ～ステップ 1 4 (S 1 4) の手順で計算される。

【 0 0 5 4 】

まず、パターンセット A 1 のクラス内分散行列 $Ca-w$ 、クラス間分散 $Ca-b$ が、それぞれ (数 1) (数 2) に従って計算され、並行して、パターンセット B 1 のクラス間分散行列 $Cb-b$ が、(数 3) に従って計算される (S 1 2) 。続いて、(数 4) に従って計算されるパターンセット A とパターンセット B の相互相関行列 $Cab-r$ が計算される (S 1 3) 。

【 0 0 5 5 】

次に、(数 5) (数 6) に従って、パターンセット A 1、B 1 のそれぞれに対して、特徴抽出行列 A F、B F を計算する (S 1 4) 。この特徴抽出関数の妥当性は、以下のように説明される。

【 0 0 5 6 】

まず、 $Cab-r$ は、(数 7) に示される、パターンセット A とパターンセット B にまたがるクラス内分散行列 $Cab-w$ と (数 8) に示される関係があるため、 $Cab-w$ の最小化は、 $Ca-b$ 、 $Cb-b$ の最小化、及び $Cab-r$ の最大化と等価である。ここで (数 9) に示されるような評価基準 S は、パターンセット A 1、パターンセット B 1 のそれぞれの内部で、また、2 つのパターンセットにまたがって、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するときのみ最大化される。

【 0 0 5 7 】

また、評価基準 S を最大化するような特徴抽出関数 $fa = AF(X^*a)$ 、 $fb = BF(X^*b)$ は、(数 1 0) を最大化する A F、B F に一致する。この (数 1 0) を最大化する準最適な特徴抽出行列の一つが、(数 5) (数 6) で示される A F、B F である。

【 0 0 5 8 】

以上がオフラインで実行されるプロセスである。

【 0 0 5 9 】

次に、オンライン処理について、オンライン処理の動作フローを図5に示し説明する。オンライン処理の目的は、イメージスキャナ1から入力された身分証の顔画像とビデオカメラ2からの顔画像とが同一人物かどうかを判定するものである。

【0060】

ビデオカメラ1から直接取り込まれた顔画像（A/D変換後）とイメージスキャナ2から得られた顔画像は、画像メモリA3、画像メモリB4に入力され、入力された顔画像は画像メモリA3、画像メモリB4から読み出され、例えば一次元のデータ列に変換され、パターンメモリA7及びパターンメモリB8に転送される（S50）。

【0061】

パターンメモリA、Bのパターンa2及びパターンb2は、オフライン時に予め求めた特徴抽出行列メモリ19、20からの特徴抽出行列AF、BFから（数13）、（数14）により、それぞれ特徴ベクトルfA2、fB2を求める（S51）。

【0062】

【数13】

$$fA2 = AF(a2)$$

【0063】

【数14】

$$fB2 = BF(b2)$$

【0064】

次に、特徴ベクトルfA2、fB2の両者の類似度からこれらが同一人物に由来するものであるかどうかを判定する（S52）。判定結果Y/Nをパターン照合のアウトプットとして、出力端子18に出力する（S53）。なお、顔画像データ、パターンセットA、Bをオフラインで獲得、作成したが、二次記憶装置10から入力することも可能である。さらに、オフラインで獲得、作成した、顔

画像データ、パターンセット A、B を二次記憶装置 10 に格納することも可能である。

【0065】

【発明の効果】

以上のように本発明では、比較するパターンデータセットの分布の相違を前提とし、その上で、それぞれの分布に応じて、2つの分布のそれぞれに対して、また、2つにまたがるクラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、最適な特徴抽出を実行するため、従来法に比べ格段に高精度なパターン認識及びパターン照合が実現でき、その効果は非常に大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態1における顔画像認識装置のブロック構成図

【図2】

顔画像認識装置のオフライン処理を説明する動作フロー図

【図3】

顔画像認識装置のオンライン処理を説明する動作フロー図

【図4】

本発明の実施の形態2の顔画像照合装置のオフライン処理を説明する動作フロー図

【図5】

顔画像照合装置のオンライン処理を説明する動作フロー図

【符号の説明】

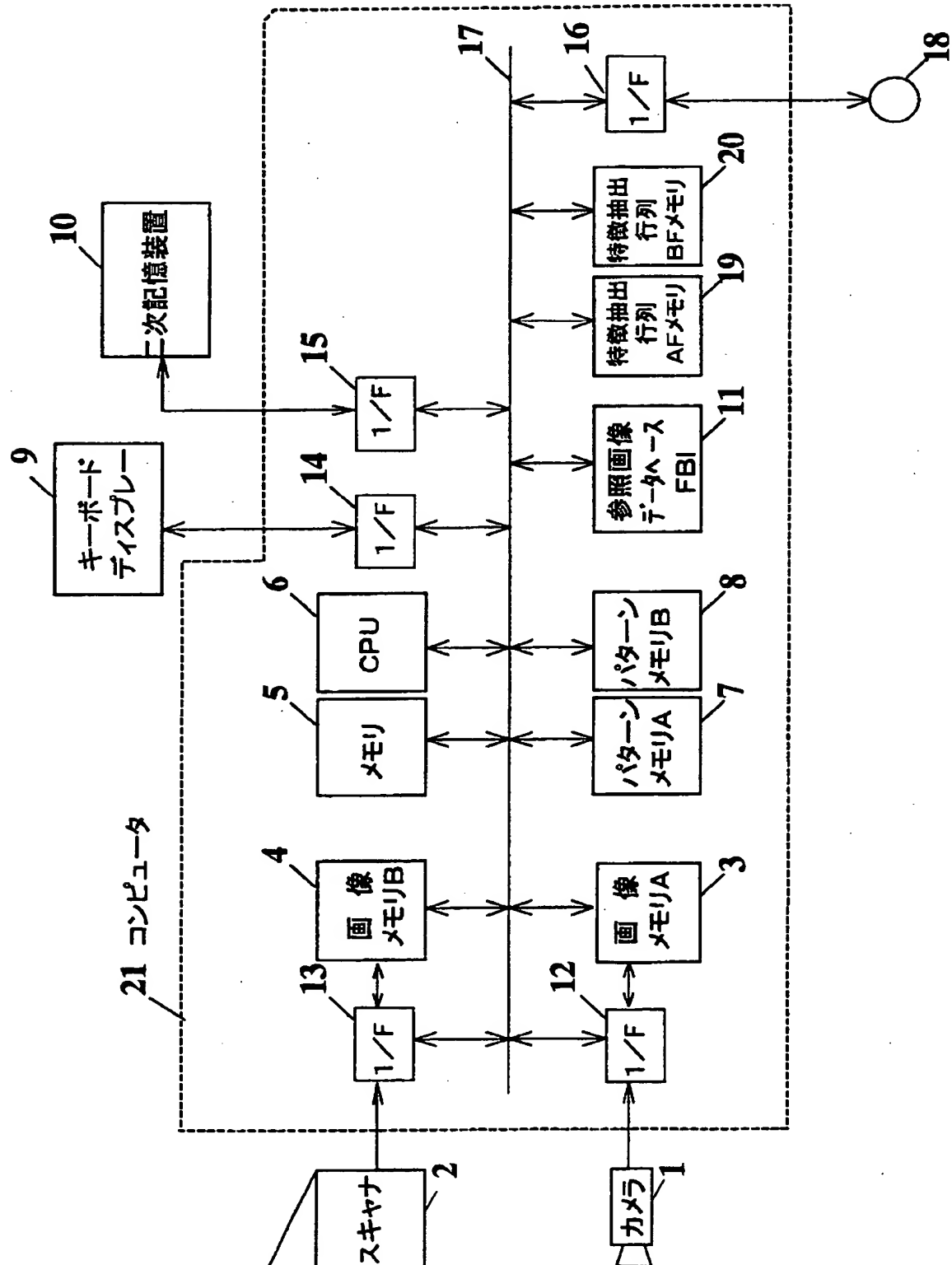
- 1 ビデオカメラ（パターンA入力手段）
- 2 イメージスキャナ（パターンB入力手段）
- 3 画像メモリA
- 4 画像メモリB
- 5 高速アクセスメモリ
- 6 CPU
- 7 パターンメモリA

- 8 パターンメモリ B
- 9 コンソール (キーボード+ディスプレイ)
- 1 0 二次記憶手段 (光磁気ディスク)
- 1 1 参照画像データベース
- 1 2 I / F ユニット
- 1 3 I / F ユニット
- 1 4 I / F ユニット
- 1 5 I / F ユニット
- 1 6 I / F ユニット
- 1 7 システムバス
- 1 8 出力端子
- 1 9 特徴抽出行列 A F メモリ
- 2 0 特徴抽出行列 B F メモリ
- 2 1 コンピュータシステム

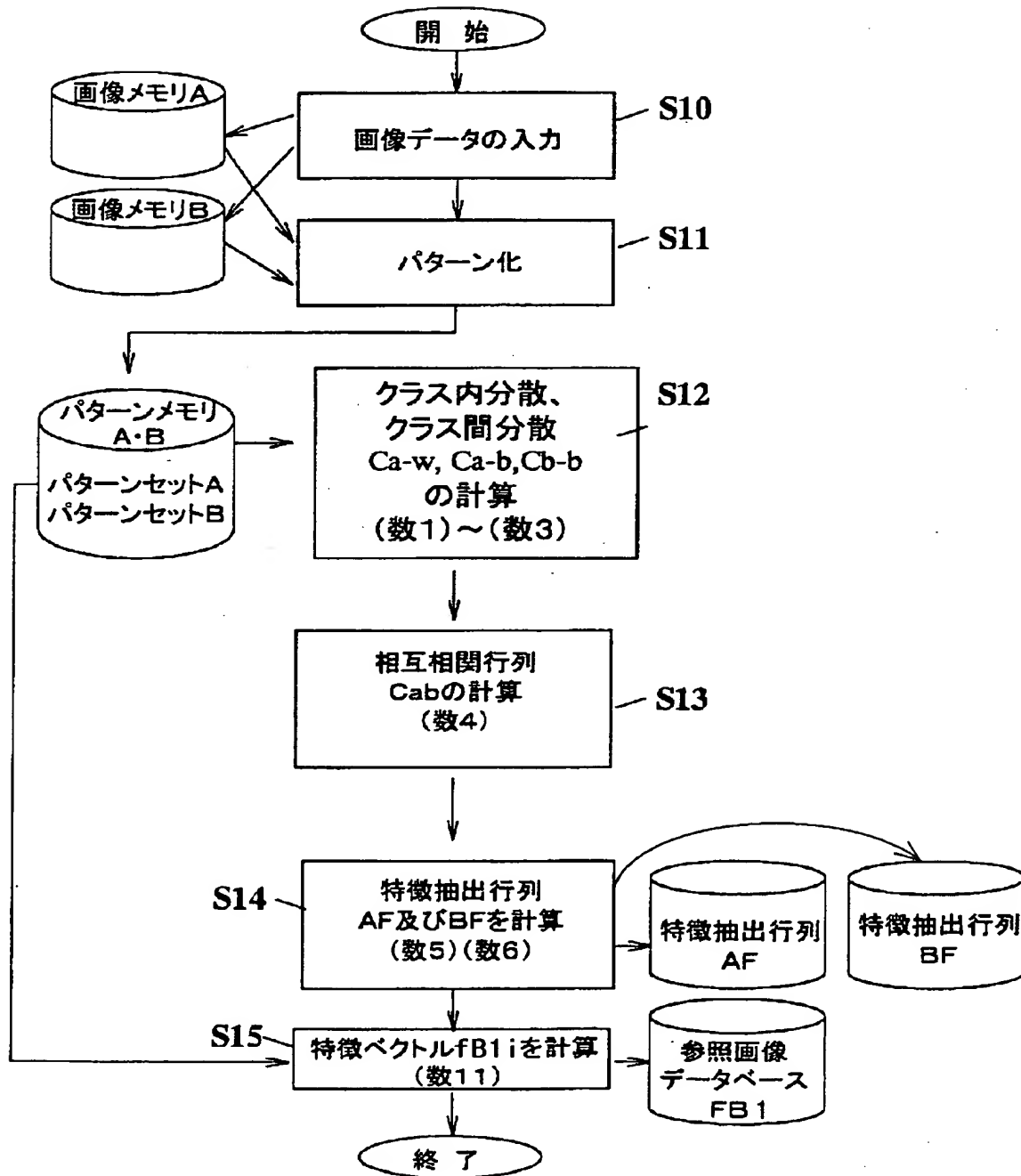
【書類名】

図面

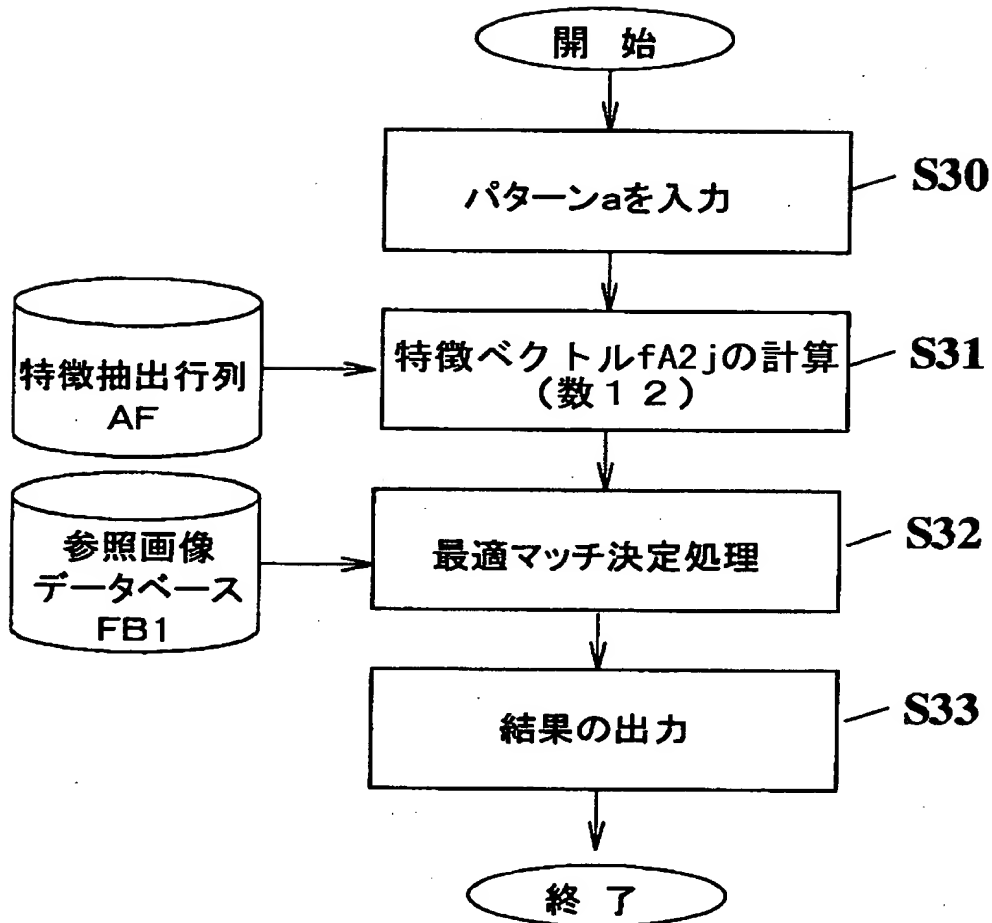
【図 1】



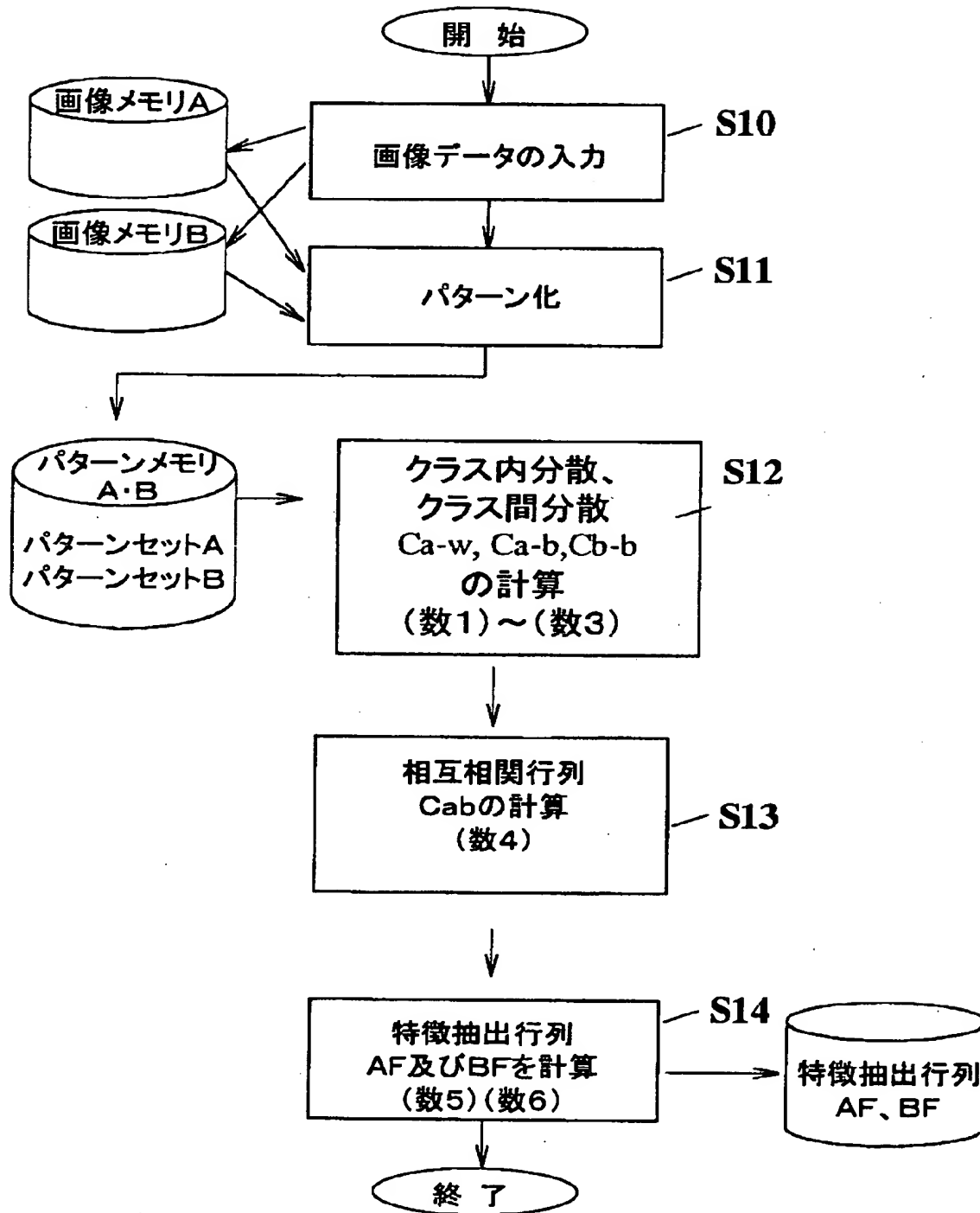
【図 2】



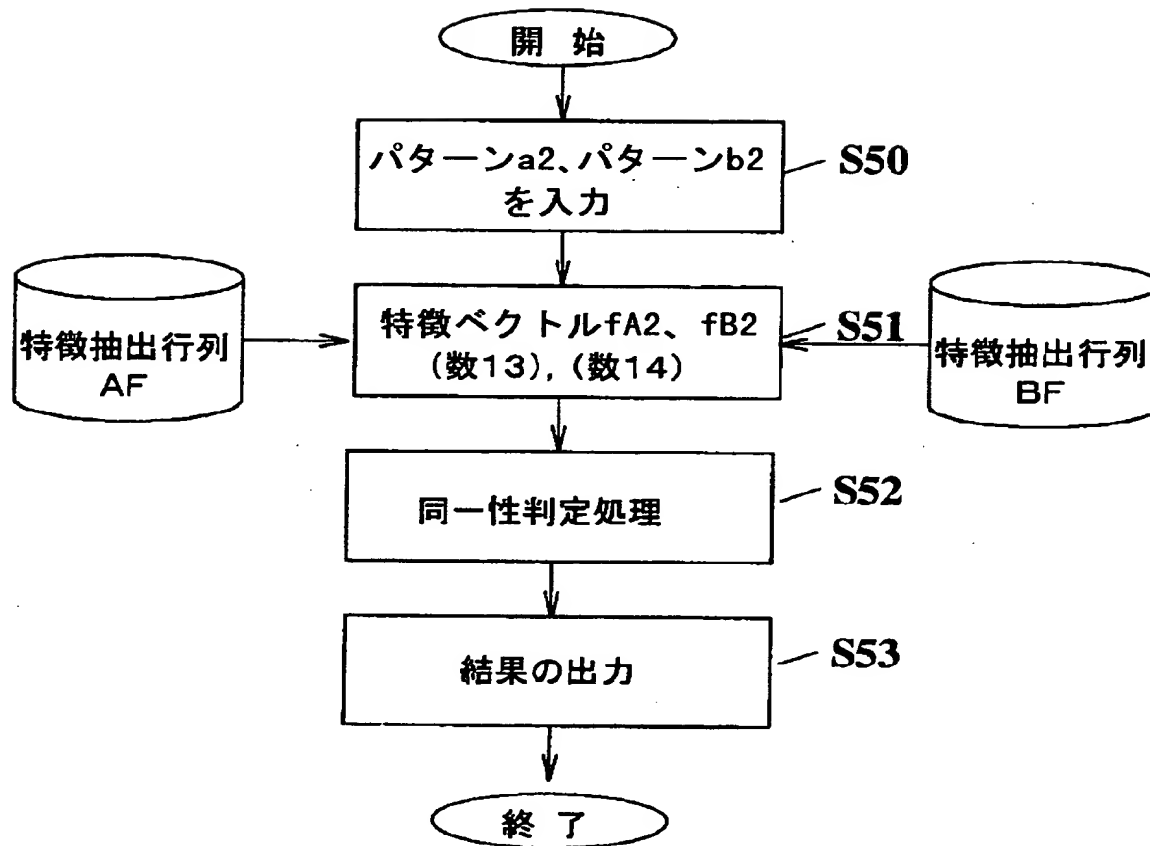
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 比較する2つのタイプのパターンセットの間で、データの取得条件が大きく変化している場合でも、入力パターンがデータベースに登録しているどのパターンクラスに対応するかを認識、並びに、2つのタイプのパターンが同一のクラスに由来するかどうか照合することを目的とする。

【解決手段】 それぞれのパターンセットの内部、及び、2つのパターンセットまたがって、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに含まれパターンの間の散らばりであるクラス内分散を最小化する特徴抽出手段を備える。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社